

Nota técnica 5

Orientações para recuperação do solo gaúcho após enchente

Amparo técnico-científico nas diretrizes de recuperação de solo objetivando subsidiar técnicos, produtores e entidades ligadas à produção agropecuária para o restabelecimento do solo agrícola e das bases dos sistemas produtivos.

DEPARTAMENTO DE
SOLOS
UFRGS



EMATER/RS  **ASCAR**



GOVERNO
DO ESTADO

**RIO
GRANDE
DO SUL**

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

Acidez e disponibilidade de nutrientes às plantas em solos afetados pelas enchentes: estudo de caso em um pomar de citros no Vale do Caí

Passados cerca de seis meses do evento climático de maio de 2024, um dos principais desafios para a recuperação dos solos gaúchos segue sendo a compreensão da diversidade de situações que ocorreram nas propriedades rurais. O diagnóstico dos impactos ocorridos nas terras agrícolas é fundamental para a adequada recuperação da fertilidade do solo e deve ser organizado e planejado considerando cada situação, conforme já abordado na [Nota Técnica N° 1](#). Buscando colaborar com os esforços para elucidar essa questão, se realizou um estudo de caso na região do Vale do Caí, em um pomar de citros que já estava no seu quinto ano de produção.

O pomar está localizado em uma área próxima às margens do Rio Caí, entre os municípios de Feliz e Bom Princípio. A área foi afetada de diferentes formas: perda da camada superficial do solo original, deposição de cerca de três metros de sedimento de granulometria grosseira com morte das plantas (Figura 1a) e deposição de alguns centímetros de sedimento fino e com material orgânico, onde as plantas permaneceram vivas (Figura 1b). Os sedimentos depositados foram coletados e também foi coletado o subsolo original da área do pomar, localizado abaixo da deposição dos referidos sedimentos.

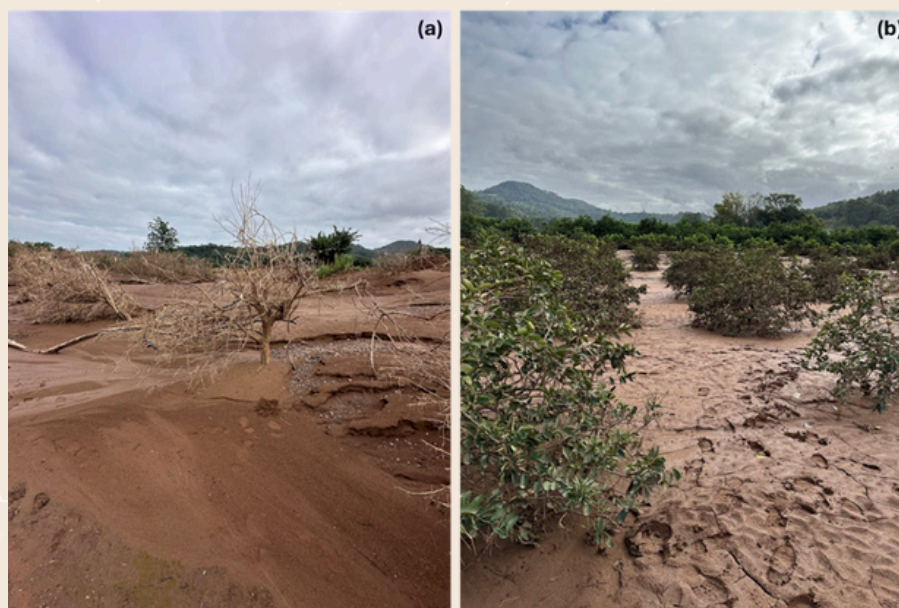


Figura 1. Pomar de citros afetado pelas enchentes de maio de 2024 no Vale do Caí, com deposição de sedimento grosseiro (a) e fino (b). Fotos: Tales Tiecher, Departamento de Solos da UFRGS.

O solo e os sedimentos foram coletados com uma camada de 20 cm de espessura, em um trabalho conjunto das equipes do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, da Secretaria da Agricultura e da Emater-RS/Ascar (Figura 2). Os principais resultados obtidos, relacionados a granulometria, acidez e disponibilidade de nutrientes às plantas, são detalhados e discutidos abaixo.



Figura 2. Equipes do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, da Secretaria da Agricultura e da Emater-RS/Ascar foram a campo para diagnóstico de áreas afetadas pelas enchentes no Vale do Caí, em um pomar de citros. Na foto da esquerda, evidência de depósitos de sedimentos finos (ao fundo) e grosseiros (à frente) (a); e, na foto da direita, amostragem do subsolo original do pomar (b). Fotos: Tales Tiecher, Departamento de Solos da UFRGS.

Análise granulométrica

A análise granulométrica é fundamental para determinar a textura do solo, que influencia diretamente na capacidade de retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes. Partículas maiores, como as de areia, conferem ao solo maior drenagem e menor capacidade de retenção de nutrientes; enquanto partículas menores, como as de argila, retém mais água e nutrientes, mas tendem a dificultar a aeração do solo. Com esses dados, é possível ajustar o manejo do solo de forma mais precisa, garantindo maior eficiência na correção da acidez e na adubação. Cabe destacar que a granulometria do sedimento foi realizada de acordo com as classes e análise de granulometria utilizadas em solos (fração argila $<0,002$ mm, fração silte = $0,002-0,053$ mm, fração areia = $0,053-2,00$ mm).

Nos resultados obtidos, é possível visualizar que os sedimentos depositados nas áreas após as enchentes tiveram uma grande variação de granulometria (Figura 3). O sedimento grosseiro apresentou uma granulometria muito parecida com o subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados, o que indica a possibilidade de se recuperar a área considerando esse sedimento como a nova camada superficial do solo no local.

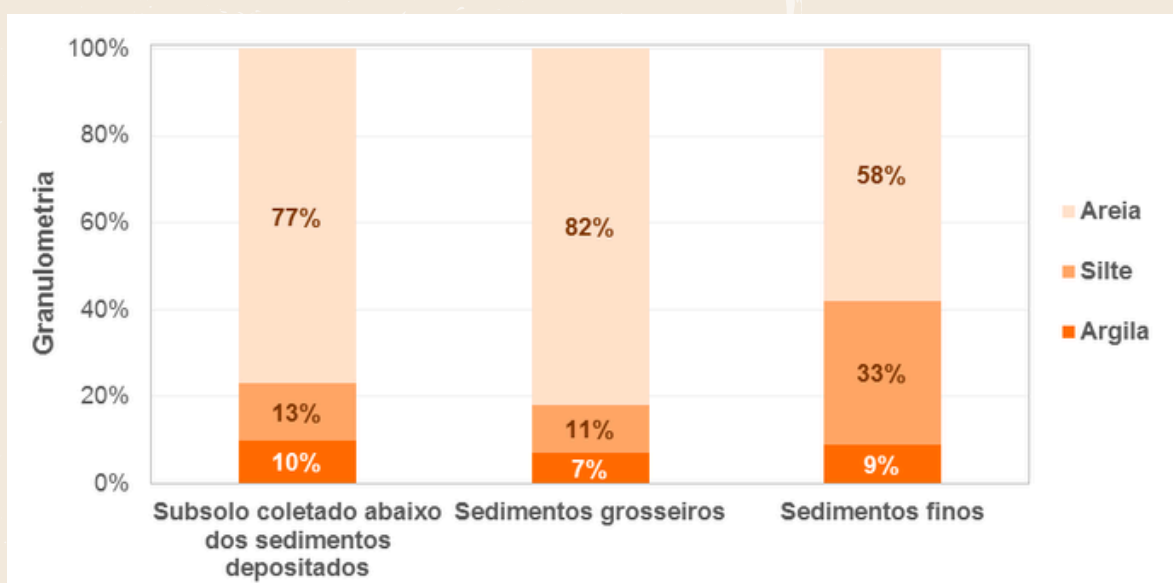


Figura 3. Granulometria do subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados, dos sedimentos grosseiros e dos sedimentos finos depositados em um pomar de citros afetado pelas enchentes de maio de 2024 no Vale do Caí.

Já o sedimento fino apresentou uma granulometria muito distinta, com menor teor de areia e maior teor de silte, sendo que o teor de argila não variou entre as amostras coletadas (Figura 3). Portanto, assim como no caso do sedimento grosseiro, pode-se considerar esse sedimento fino também como a nova camada superficial do solo no local, apenas removendo detritos maiores como já detalhado na Nota Técnica N° 1

Acidez e teor de matéria orgânica

Junto à granulometria, que define a textura do solo, a acidez e o teor de matéria orgânica do solo determinam a capacidade de infiltração de água, aeração e a forma como o solo responde às práticas de manejo. A matéria orgânica é essencial para o solo, pois melhora sua estrutura, aumenta a retenção de água e nutrientes e promove a atividade microbiológica, fundamental para a decomposição de resíduos e a ciclagem de nutrientes. Além disso, é o principal reservatório de nitrogênio do solo, um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas. E a acidez do solo (pH) influencia diretamente na disponibilidade de todos os nutrientes às plantas, assim como na presença de elementos fitotóxicos como o alumínio, que afeta o desenvolvimento das raízes.

A maioria dos solos do Rio Grande do Sul tende a apresentar problemas de acidez, com valores de pH geralmente menores do que 6,0. No entanto, tanto nos sedimentos depositados como no solo afetado pelas enchentes, o pH ficou bem acima, variando entre 7,0 e 7,5 (Figura 4a). Esses valores estão inclusive acima do recomendado para o cultivo agrícola, que é de 5,5 a 6,5, e não são comuns de ser observados nos solos do Rio Grande do Sul. O maior valor de pH do material depositado ocorre, pois esses sedimentos são resultado do processo erosivo do solo e portanto não mais considerado “solo”. Na sua maioria, é um material grosseiro inconsolidado. É preciso lembrar que as rochas que originam os solos do Rio Grande do Sul possuem um pH próximo à neutralidade (pH = 7,0). Portanto, é possível que esse sedimento depositado guarde ainda muita semelhança com as características das rochas da região.

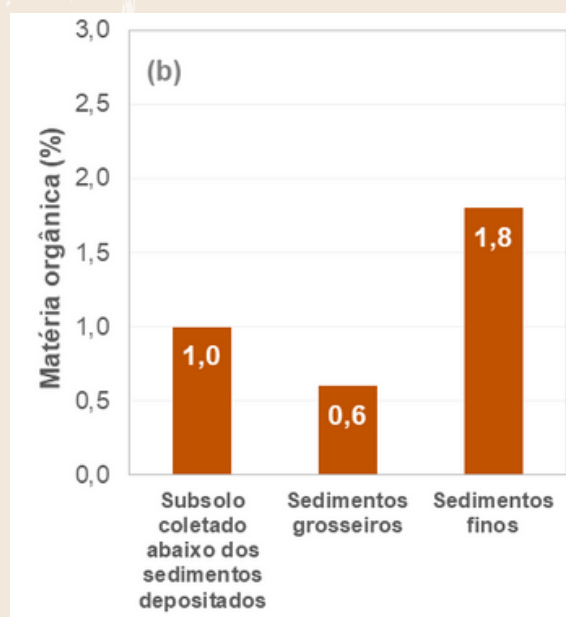
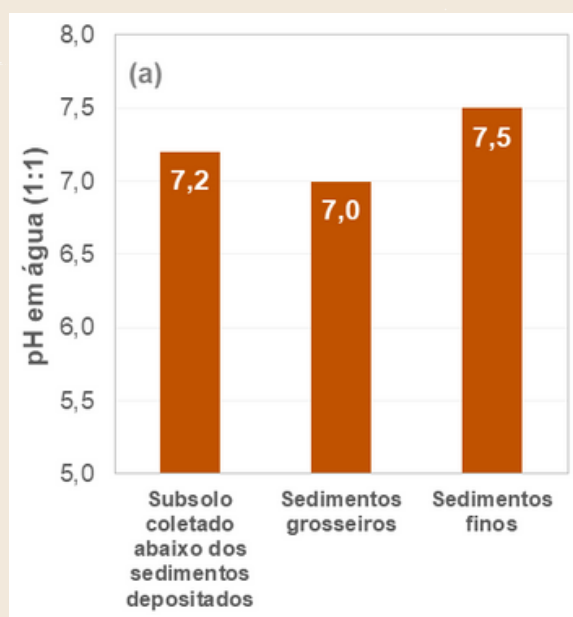


Figura 4. Acidez (pH em água, relação 1:1) (a) e matéria orgânica (método Walkley-Black) (b) do subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados, dos sedimentos grosseiros e dos sedimentos finos depositados em um pomar de citros afetado pelas enchentes de maio de 2024 no Vale do Caí.

O alto valor de pH do subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados (Figura 4a) pode ser considerado normal, pois as camadas de solo mais profundas e mais próximas à rocha matriz são menos alteradas quimicamente. Além disso, após uma inundação, o aumento do pH do solo pode ocorrer, pois a saturação prolongada do solo com água promove condições anaeróbicas (falta de oxigênio), o que pode levar à redução de elementos químicos, como o ferro e o manganês, sendo que esse processo eleva o pH do solo. Espera-se que na maior parte das áreas que foram inundadas, após a drenagem do solo e a volta das condições aeróbicas (presença de oxigênio), o pH diminua e naturalmente atinja a faixa ideal para cultivo (5,5 a 6,5). O tempo para que isso ocorra pode variar de algumas semanas até alguns meses.

Em relação à matéria orgânica do solo, é justamente onde se verificam as maiores perdas de fertilidade oriundas da enchente, sobretudo quando ocorre deposição de sedimentos de granulometria grosseira (Figura 4b). Além disso, é provável que boa parte da matéria orgânica do solo da área possa ter sido perdida antes da deposição dos sedimentos, uma vez que os teores observados foram extremamente baixos (apenas 1,0%). No entanto, é possível vislumbrar como o sedimento fino depositado também é composto por material orgânico, uma vez que apresentou o dobro do teor de matéria orgânica do sedimento grosseiro.

De acordo com a 11ª Edição do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, todas as amostras avaliadas se encontram na classe Baixa de matéria orgânica do solo (< 2,5%). Os baixos teores de matéria orgânica comprometem a saúde do solo, afetando sua fertilidade, estrutura e capacidade de sustentar a vegetação. Algumas estratégias para o incremento do teor de matéria orgânica em solos afetados pelas enchentes foram apresentadas na Nota Técnica N° 4.

Acidez e teor de matéria orgânica

A disponibilidade adequada de nutrientes é vital para o crescimento saudável das plantas, influenciando sua produtividade, qualidade e capacidade de resistir a estresses ambientais. O manejo adequado dos nutrientes no solo é, portanto, uma prática essencial para a agricultura sustentável. Nas análises realizadas, é possível verificar que a disponibilidade dos nutrientes às plantas foi bastante afetada pelas enchentes (Figura 5), sobretudo do fósforo (Figura 5a) e do potássio (Figura 5b). Para esses dois nutrientes, observa-se maior disponibilidade no subsolo do que nos sedimentos depositados, independentemente da sua granulometria.

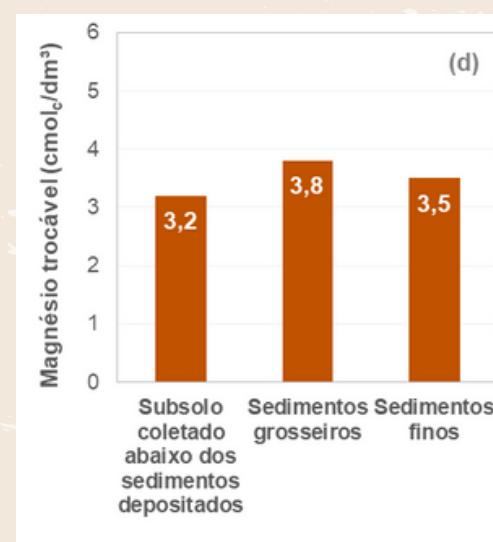
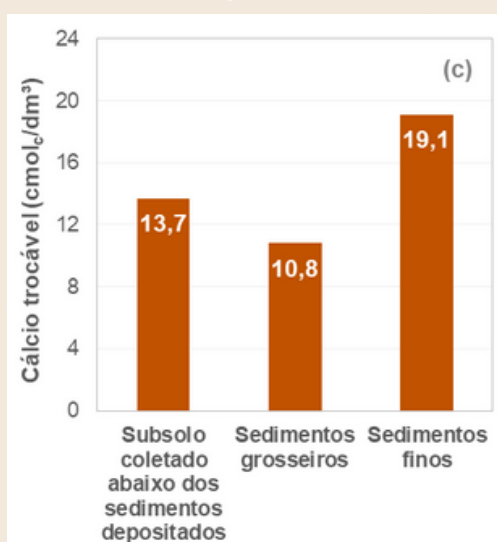
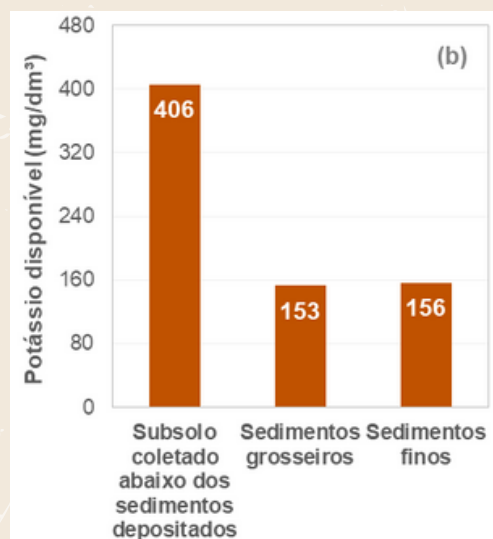
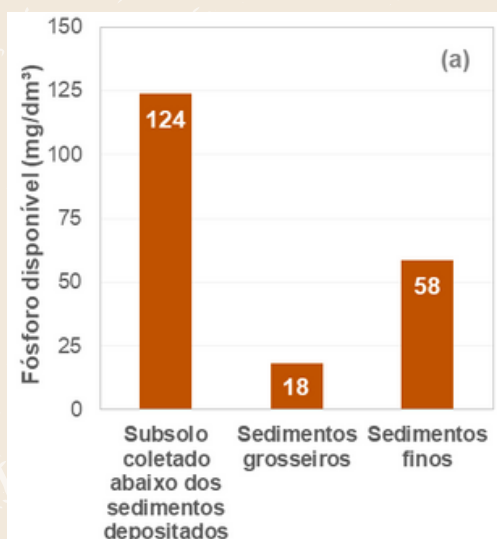


Figura 5. Teores disponíveis de fósforo (a) e potássio (b) (extrator Mehlich 1) e trocáveis de cálcio (c) e magnésio (d) (extrator KCl 1 mol/L) do subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados, dos sedimentos grosseiros e dos sedimentos finos depositados em um pomar de citros afetado pelas enchentes de maio de 2024 no Vale do Caí.

De acordo com a 11ª Edição do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados apresentou uma classe de disponibilidade Muito alta de fósforo e potássio (124 e 406 mg/dm³, respectivamente), maior do que ambos os sedimentos. O sedimento grosseiro apresentou uma classe Baixa de disponibilidade de fósforo (18 mg/dm³) e Alta de potássio (153 mg/dm³); enquanto o sedimento fino apresentou uma classe Alta de disponibilidade de fósforo (153 mg/dm³) e potássio (156 mg/dm³). Portanto, a perda de fertilidade em relação à nutrição do fósforo (Figura 5a) tende a ser muito maior do que em relação à nutrição do potássio (Figura 5b), especialmente em áreas que receberam a deposição de sedimentos grosseiros. Nessas áreas, será necessário a adoção de manejos que estimulem o crescimento de micorrizas (como a diversificação de culturas, conforme abordado na [Nota Técnica Nº 4](#)) e a aplicação de fertilizantes fosfatados para aumento da disponibilidade de fósforo às plantas.

Em relação aos nutrientes cálcio (Figura 5c) e magnésio (Figura 5d), o impacto dos sedimentos depositados com as enchentes foi bem menor ou até mesmo positivo. Tanto as amostras de solo como de sedimentos apresentaram classe Alta de disponibilidade desses nutrientes, de acordo com a 11ª Edição do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Para o cálcio, o sedimento fino apresentou o maior teor dentre as amostras analisadas (19,1 cmolc/dm³) (Figura 5c); e, para o magnésio, o sedimento grosseiro apresentou o maior teor (3,8 cmolc/dm³) (Figura 5d). Esses nutrientes são comumente supridos via calagem (correção da acidez do solo), e corroboram com a ausência de necessidade de correção da acidez do solo com aplicação de calcário agrícola nessas áreas.

Por fim, os micronutrientes manganês, cobre e zinco foram os que apresentaram maior variabilidade de teores dentre as amostras coletadas (Figura 6), mas todas apresentaram classe Alta de disponibilidade às plantas, conforme a 11ª Edição do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. A maioria dos solos do Rio Grande do Sul possui uma disponibilidade adequada desses elementos e os sedimentos depositados pelas enchentes não afetaram essa condição. Por isso, a aplicação deles não tende a resultar em aumento significativo de produtividade das culturas agrícolas e não deve ser priorizada em ações de recuperação dos solos

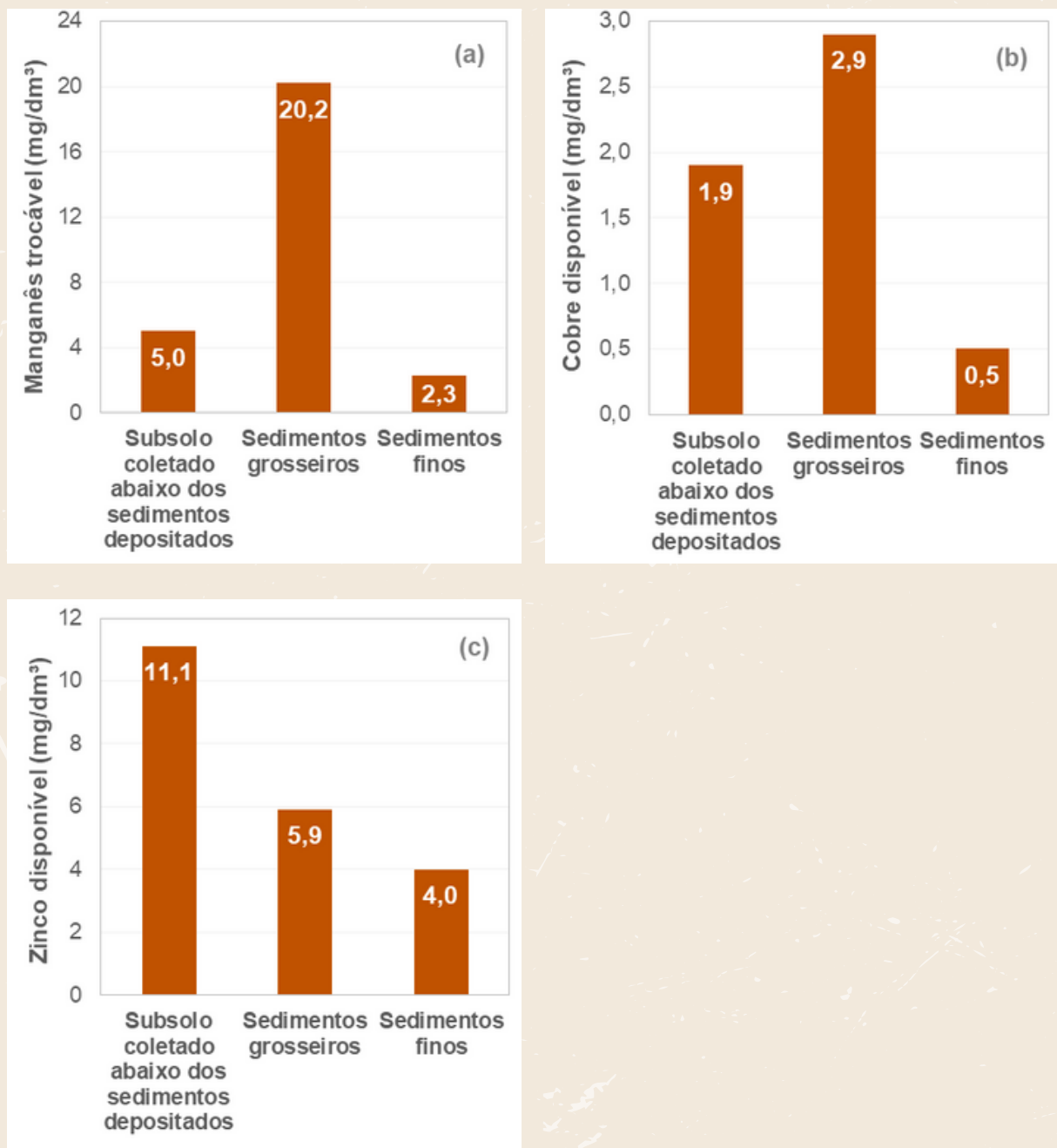


Figura 6. Teores disponíveis de manganês (extrator KCl 1 mol/L) (a), cobre (b) e zinco (c) (extrator Mehlich-1) do subsolo coletado abaixo dos sedimentos depositados, dos sedimentos grosseiros e dos sedimentos finos depositados em um pomar de citros afetado pelas enchentes de maio de 2024 no Vale do Caí.

Considerações finais

O presente estudo de caso de um pomar de citros afetado pelas enchentes de maio de 2024 no Vale do Caí revelou variações significativas em alguns parâmetros, dependendo do tipo de sedimento depositado. A análise granulométrica demonstrou que sedimentos grosseiros depositados na região se assemelhavam ao subsolo coletado abaixo do sedimento depositado, enquanto sedimentos finos foram mais ricos em silte e matéria orgânica, e podem favorecer a retenção de água e nutrientes. Isso elucida a importância da avaliação caso a caso para a tomada de decisão.

O impacto da perda da camada superficial do solo é nítido com os baixíssimos teores de matéria orgânica do solo encontrados, e manejos que promovem o aumento desses teores devem ser preconizados nas ações de recuperação, pois a fertilidade dos solos gaúchos é altamente dependente da matéria orgânica. Por outro lado, manejos como a calagem devem ser utilizados com cautela, pois a acidez e a falta de cálcio e magnésio não foram um problema observado em nenhuma das situações aqui apresentadas, assim como os micronutrientes (manganês, cobre e zinco).

O nutriente que requer mais atenção nas ações de recuperação tende a ser o fósforo, uma vez que ele fica adsorvido especificamente em partículas de argila, que foram carregadas pelas águas até locais mais longínquos e não se depositaram nas áreas produtivas do Vale do Caí. Nesse sentido, a diversificação de culturas para favorecimento da ação de micorrizas e a aplicação de fertilizantes fosfatados podem ser estratégias a serem adotadas.